

PCT/DE 2004/004001

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 02 DEC 2004

WIPO

PCT

20. 11. 2004

### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:**

103 49 741.2

**Anmeldetag:**

23. Oktober 2003

**Anmelder/Inhaber:**

ebro Electronic GmbH & Co KG,  
85055 Ingolstadt/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren zum Messen von Ölen oder Fetten  
sowie entsprechende Filtriereinrichtung und  
Messvorrichtung

**IPC:**

G 01 N 33/28

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. November 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Klostermeyer

**Patentansprüche**

- 10 1. Verfahren zum Messen mindestens einer Zustandseigenschaft von Öl  
oder Fett in einer Öl- oder Fett verwendenden Vorrichtung, welche eine  
Filtriereinrichtung (1; 101) mit einem Filtergehäuse (2) und mindestens  
einem darin eingesetzten Filterelement (7) aufweist, wobei mindestens  
15 ein Sensor (35, 36; 135; 235) einer Meßvorrichtung (30; 130; 230) tempo-  
rär oder stationär in einen Meßraum (8; 208) im Filtergehäuse (2) einge-  
bracht wird und dessen Meßwerte mittels einer mit dem mindestens einen  
Sensor (35, 36; 135; 235) in Verbindung stehenden Meßelektronik (32;  
132) ausgewertet werden.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Messun-  
gen in einem Filtergehäuse (2) mit einem darin eingesetzten Fein-,  
Feinst-, Ultra- oder Nanofilterelement (7) durchgeführt werden.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Messungen an einer in einem Nebenstrom eines Ölkreislaufs angeord-  
neten Filtriereinrichtung (1) durchgeführt werden.
- 30 4. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, da-  
durch gekennzeichnet, daß die Messungen in einem Filtergehäuse (2) mit  
einem vom Öl oder Fett im wesentlichen axial durchlaufenen Filterele-  
ment (7), vorzugsweise aus axial gewickelter Zellulose und/oder aus  
Glasfaser und/oder aus Keramik, durchgeführt werden.

5. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Messungen mit Hilfe mindestens eines Sensors (135) im Bereich des Einlasses (9) und mindestens eines Sensors (235) im Bereich des Auslasses (15) des Filtergehäuses (2) durchgeführt werden.
6. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des mindestens einen Sensors (35, 36; 135; 235) mindestens eine Zustandseigenschaft des Öls bzw. Fetts aus der folgenden Gruppe gemessen wird:
- a) Dielektrizitätskonstante,
  - b) Viskosität,
  - c) pH-Wert,
  - d) TAN-Werte (Total Acid Number),
  - e) TBN-Werte (Total Base Number),
  - f) Temperatur,
  - g) PC-Werte (Polar Compounds),
  - h) FFA-Werte (Free Fatty Acids).
7. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Sensor (35; 135; 235) zur Bestimmung der Ölqualität, vorzugsweise auf Grundlage der gemessenen Dielektrizitätskonstante, ausgebildet ist, wobei bei den Messungen der mindestens eine Sensor (35; 135; 235) auf Neuöl-Qualität kalibriert wird.
8. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung bei Betrieb der das Öl bzw. Fett verwendenden Einrichtung, beispielsweise bei laufendem Motor, vorgenommen wird.

- 5 9. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum temporären Messen ein Handgerät (1) als Meßvorrichtung (1) verwendet wird, welches vorzugsweise die Dielektrizitätskonstante des Öls bzw. Fetts mit Hilfe eines Kondensators mißt.
- 10 10. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum temporären Messen die Öl- oder Fettzuführleitung zum Filtergehäuse (2) unterbrochen wird, vorzugsweise mit Hilfe eines Ventils oder Absperrhahns (11).
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterbrechung manuell vorgenommen wird.
- 15 12. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Sensor (35, 36; 135) durch eine Einführöffnung (20) in dem das Filtergehäuse (2) abschließenden Filterdeckel (3) in den Meßraum (8) eingeführt wird.
- 20 13. Verfahren nach einem mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zum stationären Messen bei Betrieb der das Öl bzw. Fett verwendenden Einrichtung, insbesondere bei laufendem Motor eines Kraftfahrzeugs, eine an dem Filtergehäuse (2) lagefixierte Meßvorrichtung (130; 230) verwendet wird.
- 25 14. Filtriereinrichtung für Öle oder Fette, insbesondere im Motoren-, Hydraulik-, Getriebe-, Turbinen- oder Lebensmittelbereich, mit einem Filtergehäuse (2) zur Aufnahme mindestens eines Öl- oder Fettfilterelements (7) und mindestens jeweils einem Einlaß (9) und einem Auslaß (15) am Filtergehäuse (2) für das Öl bzw. Fett, gekennzeichnet durch mindestens einen Meßraum (8; 208) im Filtergehäuse (2), der zur Aufnahme mindestens eines Sensors (35, 36; 135; 235) einer Meßvorrichtung (30; 130;
- 30

230) im Filtergehäuse (2) ausgebildet ist, wobei der Meßraum (8; 208) zumindest teilweise unter dem Öl- oder Fettpegel (99) bei Betrieb der das Öl bzw. Fett verwendenden Vorrichtung angeordnet ist.

- 5 15. Filtriereinrichtung nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch eine Absperr-  
einrichtung (11) stromaufwärts des Einlasses (9).
- 10 16. Filtriereinrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Absperrereinrichtung (11) manuell betätigbar ist.
17. Filtriereinrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Absperrereinrichtung (11) als Ventil oder Absperrhahn (11) ausge-  
bildet ist.
- 15 18. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 17, ge-  
kennzeichnet durch eine Einführöffnung (20) am Filtergehäuse (2), durch  
welche der Sensor (35, 36; 135; 235) temporär oder stationär in den Meß-  
raum (8; 208) einführbar ist.
- 20 19. Filtriereinrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Einführöffnung (20) im das Filtergehäuse (2) abdeckenden Filterdeckel  
(3) ausgebildet ist.
- 25 20. Filtriereinrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Einführöffnung (20) mit dem Meßraum (8) im wesentlichen flucht-  
tet.
- 30 21. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 20, da-  
durch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Sensor (35, 36; 135) in  
einen Meßraum (8) einführbar ist, der von einem Filterelement (7), insbe-  
sondere eines Fein-, Feinst- oder Ultrafilterelements aus Zellulose  
und/oder Glasfaser und/oder Keramik, umschlossen ist.

22. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßraum (8; 208) sich auf Höhe der unteren Hälfte des Filterelements (7) befindet.

5

23. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßraum (8; 208) sich im Bereich der unteren Kante des Filterelements (7) befindet.

10 24. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 18 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Einführöffnung (20) derart ausgebildet ist, daß die Meßvorrichtung (30) während einer temporären Messung am Rand der Einführöffnung (20) abstützbar ist, wobei eine Griffeinheit (31) der Meßvorrichtung (30) und vorzugsweise auch eine Anzeigeeinrichtung (37) aus dem Filtergehäuse (2) herausragt.

15

25. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 18 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Einführöffnung (20) durch eine Schraubeinheit (21) verschließbar ist, die zum Zwecke des temporären Messens entfernt wird.

20

26. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 23, gekennzeichnet durch einen ersten Halteabschnitt (27) zur direkten oder indirekten, kraftschlüssigen, stationären Kopplung mit einem zweiten Halteabschnitt der Meßvorrichtung (130; 230) derart, daß der mindestens eine Sensor (135; 235) im Meßraum (8; 208) positioniert ist.

25

27. Filtriereinrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Halteabschnitt (27) an einer Einführöffnung (20) ausgebildet ist, vorzugsweise einer Einführöffnung gemäß einem der Ansprüche 18 bis 22.

30

28. Filtriereinrichtung nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Einführöffnung (20) durch die Meßvorrichtung (130) selbst verschließbar ist.
- 5 29. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß sie für eine im wesentlichen aufrechte Positionierung in der sie verwendenden Vorrichtung, beispielsweise einem Kraftfahrzeug, ausgelegt ist.
- 10 30. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Einlaß (9) und/oder der mindestens eine Auslaß (15) an der Unterseite des Filtergehäuses (2) angeordnet sind.
- 15 31. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Einführöffnung (20) für die Meßvorrichtung (30; 130) auf der Oberseite des Filtergehäuses (2) angeordnet ist und der mindestens eine Sensor (35, 36; 135) von oben in den Meßraum (8) einführbar ist.
- 20 32. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßraum (8; 208) in der Nähe des Einlasses (9) oder des Auslasses (15) vorgesehen ist.
- 25 33. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß sie topfartig ausgebildet ist mit mindestens einem im wesentlichen zentralen bzw. dezentralen Einlaß (9) und mindestens einem dezentralen bzw. im wesentlichen zentralen Auslaß (15) für das Öl oder Fett.
- 30 34. Filtriereinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Sensor (35, 36; 135) im Be-

reich des Einlasses (9) und mindestens ein Sensor (235) im Bereich des Auslasses (15) in entsprechende Hohlräume (8; 208) des Filtergehäuses (2) einführbar sind.

5 35. Meßvorrichtung mit mindestens einem Sensor (35, 36; 135; 235) zum Messen mindestens einer Zustandseigenschaft von Ölen oder Fetten sowie einer Meßelektronik (32; 132) zum Auswerten der Meßergebnisse, dadurch gekennzeichnet, daß sie an einer Filtriereinrichtung (1; 101), vorzugsweise einer Filtriereinrichtung (1; 101) gemäß mindestens einem der  
10 vorhergehenden Ansprüche, derart stationär arretierbar ist, daß der mindestens eine Sensor (35, 36; 135; 235) der Meßvorrichtung (30; 130; 230) in einem Meßraum (8; 208) des Filtergehäuses (2) der Filtriereinrichtung (1; 101) angeordnet ist.

15 36. Meßvorrichtung nach Anspruch 35, gekennzeichnet durch einen zweiten Halteabschnitt (28) zur kraftschlüssigen Kopplung mit einem ersten Halteabschnitt (27) an der Filtriereinrichtung (1; 101).

20 37. Meßvorrichtung nach Anspruch 35 oder 36, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Sensor (35, 36; 135; 235) zum Messen mindestens einer Zustandseigenschaft des Öls bzw. Fetts aus der folgenden Gruppe ausgebildet ist:

- i) Dielektrizitätskonstante
- j) Viskosität,
- 25 k) pH-Wert,
- l) TAN-Werte (Total Acid Number),
- m) TBN-Werte (Total Base Number),
- n) Temperatur,
- o) PC-Werte (Polar Compounds),
- 30 p) FFA-Werte (Free Fatty Acids).



38. Meßvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 35 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (35; 135; 235) einen Kondensator, vorzugsweise einen Interdigital-Kondensator, zur Messung der Dielektrizitätskonstante des Öls oder Fetts umfaßt.
- 5
39. Meßvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 35 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Sensor (35, 36; 135; 235) auf einem Meßkopf (34; 134) angeordnet ist, der über einen Ansatz (33; 133) mit der Meßelektronik (32; 132) verbunden ist.
- 10
40. Meßvorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 35 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Anzeigeeinrichtung (37; 137) umfaßt, die mit der Meßelektronik (32; 132) verbunden ist.
- 15
41. Vorrichtung mit einer Filtriereinrichtung (1; 101) und/oder einer Meßvorrichtung (30; 130; 230) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche.
- 20
42. Vorrichtung nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, daß in die Filtriereinrichtung (1; 101) ein Fein-, Feinst-, Ultra- oder Nanofilterelement (7), vorteilhafterweise aus axial gewickelter Zellulose und/oder Glasfaser und/oder Keramik, einsetzbar oder eingesetzt ist.
- 25
43. Vorrichtung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß sie als Kraftfahrzeug ausgebildet ist.
- 30
44. Vorrichtung nach Anspruch 40 oder 41, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßelektronik (32; 132) der Meßvorrichtung (30; 130; 230) über Kommunikationsmittel, z.B. Funk oder ein Feldbussystem, mit einer akustischen und/oder optischen Anzeigeeinrichtung (37; 137) verbunden ist zum Anzeigen von Informationen zum Zustand des Öls oder Fetts.

45. Vorrichtung nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, daß die Informationen auf einer Anzeigeeinrichtung (137) im Sichtfeld des Fahrers, z.B. Armaturenbrett oder Windschutzscheibe, optisch wiedergebar sind.
- 5 46. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß sie als Freiteuse ausgebildet ist.
- 10 47. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 35 bis 45, dadurch gekennzeichnet, daß Informationen je nach Zustand des Öls bzw. Fetts mit verschiedenen Farben optisch wiedergebar sind, z.B. mit grünem, gelbem und rotem Farbsignalgeber (137a).

5     **Verfahren zum Messen von Ölen oder Fetten sowie entsprechende**  
          **Filtriereinrichtung und Meßvorrichtung**

10     Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Messen mindestens einer Zustands-  
eigenschaft von Öl oder Fett in einer Öl- oder Fett verwendenden Einrich-  
tung, welche eine Filtriereinrichtung mit einem Filtergehäuse und mindestens  
einem darin eingesetzten Filterelement aufweist. Des weiteren betrifft die  
Erfindung eine entsprechende Filtriereinrichtung für Öle oder Fette, insbe-  
sondere im Motoren-, Hydraulik-, Getriebe-, Turbinen- oder Lebensmittelbe-  
15     reich. Letztendlich betrifft die Erfindung eine entsprechende Meßvorrichtung  
mit einem Sensor.

Die Bestimmung von Zustandseigenschaften von Ölen oder Fetten ist in vie-  
len Bereichen gefragt. Im Motoren-, Hydraulik-, Getriebe- und Turbinenbe-  
20     reich, speziell auf dem Gebiet der Kraftfahrzeuge, besteht beispielsweise ein  
großes Bedürfnis, insbesondere die Ölqualität sowie die Öltemperatur zu  
messen. Öl kann z.B. bei einem Kfz-Motor aufgrund von in das Kurbelgehäu-  
se eindringender Luft oxidieren, so daß sich dabei Säuren bilden können.  
Abgespaltene Ölharze und Asphalte sowie Straßenstaub, metallischer Abrieb  
25     und gelöste Verbrennungsrückstände verschlammen das Öl. Der Ölkreislauf  
kann weiter behindert werden durch Kondenswasser und ggf. Kühlflüssigkeit.  
Infolgedessen kann an der Ölqualität und deren Degradation abgelesen wer-  
den, ob ein Ölwechsel zur Schonung der Maschinenkomponenten angezeigt  
ist.

30     Ein bekannter Ölsensor der Firma TEMIC ist imstande, die Dielektrizitätskon-  
stante, den Füllstand sowie die Temperatur des Öles in einer Ölwanne eines

Kfz zu messen. Hierzu weist die Sensorzelle zwei zylindrische Kondensatoren auf, von denen einer vollständig in das Öl eingetaucht ist. Dessen Kapazität hängt von der Dielektrizitätskonstante des Öles ab. Der zweite Kondensator befindet sich in einer Position, an welcher der Ölstand zwischen dem  
5 erwarteten Maximum- und Minimumfüllstand gemessen werden kann. Die Kapazität dieses zweiten Kondensators hängt von der Dielektrizitätskonstante des Öles und dem Füllstand in der Ölwanne ab. Die Sensorzelle kann mit Hilfe eines mechanischen Adapters in der Ölwanne befestigt werden. Über elektronische Kabel ist die Sensorzelle mit einer Meßelektronik außer-  
10 halb der Ölwanne verbunden. Die Sensorzelle wird hierzu durch den Öleinfüllstutzen geführt und mit Hilfe des mechanischen Adapters am Stutzen festgeschraubt.

Nachteilig bei dem bekannten Ölsensor ist, daß seine Handhabung relativ  
15 umständlich ist. Schon beim Nachfüllen von Öl muß der Sensor herausgenommen werden. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß das in der Ölwanne befindliche Öl nicht unbedingt das in den Ölkreislauf gelangende Öl repräsentiert und daher kein klares Bild vom tatsächlichen Schmierstoff bietet. Ein Problem können kann das Metall der Ölwanne sowie der Kurbelwelle  
20 sein, die zu Induktivströmen führen können, welche die Meßgenauigkeit beeinflussen.

In anderen Bereichen, insbesondere im Lebensmittelbereich, ist die Messung von Zustandseigenschaften von Fetten wünschenswert bzw. sogar gesetzlich  
25 vorgeschrieben. Es besteht daher ein großes Bedürfnis, beispielsweise bei Fritierfetten auf einfache und präzise Weise deren Qualität sowie deren Temperatur oder andere meßbare Fetteigenschaften zu bestimmen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Zustandseigenschaften  
30 von Ölen oder Fetten zuverlässig und einfach zu messen.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 1, bei einer Filtriereinrichtung der eingangs genannten Art durch die Merkmale des Anspruchs 14 sowie bei der eingangs genannten Meßvorrichtung durch die Merkmale des Anspruches 35 gelöst.

5

Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, daß beispielsweise im Falle einer Motorschmierung der Meßort von der Ölwanne in den Innenraum eines Filtergehäuses im Ölkreislauf verlagert wird. Das Filtergehäuse ist hierbei stets leicht zugänglich ausgebildet, da das Filterelement in dem Filtergehäuse in großen Zeitintervallen standardmäßig ausgewechselt werden muß. Damit im Zusammenhang steht der Vorteil, daß Messungen – im Falle eines Motors mit Ölschmierung – im laufenden Betrieb möglich sind. Beispielsweise kann die Filtriereinheit nach einiger Zeit bei laufendem Motor vom Ölkreislauf abgetrennt werden, so daß sich Öl im Filtergehäuse befindet und dann die Messung mit einem Handgerät vorgenommen werden kann. Das weiterhin im Ölförderkreis gepumpte Öl gelangt währenddessen durch eine Überströmleitung (Kurzschlußleitung) über andere Ölleitungen zu den Schmierstellen. In einer Alternative, die ebenfalls weiter unten ausführlicher diskutiert wird, ist ein Sensor dauerhaft in dem Filtergehäuse – und nicht wie im Stand der Technik in der Ölwanne – eingebracht. Hierdurch werden fortlaufend Informationen hinsichtlich der mindestens einen Zustandseigenschaft des tatsächlich den Ölkreislauf durchlaufenden Öls erhalten.

Bevorzugt ist das mindestens eine in das Filtergehäuse einzusetzende bzw. eingesetzte Filterelement als Fein-, Feinst-, Ultra- oder Nanofilterelement ausgebildet.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Filtriereinrichtung in einem Nebenstrom eines Ölkreislaufs angeordnet, wobei in aller Regel zusätzlich eine Hauptstrom-Filtriereinrichtung vorgehen ist. Bei einer derartigen Konstellation wird von der Hauptstrom-Filtriereinrichtung ein hoher Verschleißschutz gewährleistet, während die Nebenstrom-Filtriereinrichtung

für eine äußerst intensive Reinigung des Öls sorgt. Das Nebenstrom-Filterelement ist hierbei vorzugsweise als Feinstfilterelement ausgebildet. Durch Verwendung einer Nebenstrom-Filtriereinrichtung kann insbesondere die Ölqualität sehr genau und sehr einfach bestimmt werden, da das Öl nach  
 5 einigen Durchläufen durch den Kreislauf sehr fein gefiltert ist und daher auch eine genaue Referenz für einen eventuellen Ölwechsel liefert. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn der mindestens eine Sensor für die Bestimmung der Ölqualität auf Neuöl-Qualität kalibriert ist, d.h. die Abweichung der momentanen Ölqualität gegenüber der Neuöl-Qualität bestimmt wird.

10 Bei der Nebenstromanordnung der Filtriereinrichtung kann somit präzise die tatsächliche Ölqualität bestimmt werden, um zum richtigen Zeitpunkt einen Ölwechsel durchzuführen. Hierbei bietet der Feinstfilter den Vorteil, daß das Öl eine sehr lange Lebensdauer hat.

15 Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist sowohl im Bereich des Auslasses als auch im Bereich des Einlasses des Filtergehäuses jeweils mindestens ein Sensor einführbar oder eingebaut, so daß – beispielsweise im Flugzeugbereich – die Filtereffizienz der Filtriereinrichtung ermittelt werden kann.  
 20

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung können eine oder mehrere Zustandseigenschaften des Öls bzw. Fettes gemessen werden, so beispielsweise deren Dielektrizitätskonstante, die Viskosität, der pH-Wert, TAN-Werte (Total Acid Number), TBN-Werte (Total Base Number), Temperatur, PC-Werte (Polar Compounds) und/oder FFA-Werte (Free Fatty Acids).  
 25 Insbesondere die Dielektrizitätskonstante gibt Hinweise über die Qualität des Öls bzw. Fettes. Es bietet sich an, den Sensor entsprechend als Kondensator auszubilden, vorteilhafterweise als Interdigital-Kondensator (IDK). Es wird  
 30 hier auf die Offenlegungsschriften DE 100 15 516 A1 und DE 101 63 760 A1 der Anmelderin verwiesen. Im Falle der freien Fettsäuren (FFA – Free Fatty Acids) sind diese entweder über chemische oder physikalische Methoden

meßbar. Die TAN- und/oder TBN-Werte werden vorteilhafterweise mit ionensensitiven Halbleitersensoren gemessen. Der pH-Wert läßt sich bevorzugt mit einer Glaselektrode oder einem ionensensitiven Halbleitersensor messen. Die Viskosität kann vorteilhafterweise mit einem Oberflächensensor (SAW = Surface Acoustic Wave-Technologie) gemessen werden. Im Falle mehrerer Sensoren sind diese vorteilhafterweise integriert, beispielsweise auf einer Keramikplatte, angeordnet.

Die erfindungsgemäße Filtriereinrichtung für Öle oder Fette ist derart ausgebildet, daß Messungen bei zumindest teilweise mit Öl gefülltem Filtergehäuse möglich sind. Daher kann die mindestens eine Zustandseigenschaft des im Kreislauf umgewälzten Öls bei laufender Maschine auf einfache Weise gemessen werden. Vorteilhafterweise ist hierzu eine Absperreinrichtung stromaufwärts des Einlasses für das Öl in das Filtergehäuse vorgesehen. Besonders bevorzugt ist diese Absperreinrichtung manuell betätigbar, um die Ölzuleitung aktiv zu sperren und die Messung vornehmen zu können. Mit Vorteil kann die Absperreinrichtung als Ventil oder Absperrhahn ausgebildet sein. Während also auf diese Weise das tatsächlich in den Schmierkreislauf gelangende Öl vermessen werden kann, so könnte eine Messung in der Ölwanne ein verfälschtes Bild liefern, da die Zusammensetzung des Öls in der Wanne eine andere sein kann als im Kreislauf.

Die genannte manuell betätigbare Absperreinrichtung kann insbesondere dann Verwendung finden, wenn mit einem Handgerät – vorzugsweise dem in der DE 100 15 516 A1 und der DE 101 63 760 beschriebenen Gerät – temporär das Öl vermessen werden soll, beispielsweise auf dem Prüfstand einer Kfz-Werkstatt und insbesondere bei laufendem Motor oder laufender Turbine. Das Kraftfahrzeug muß in diesem Fall nicht mit einem permanenten Sensor ausgestattet sein, so daß dies eine kostengünstige Variante darstellt. In dem Gehäuse der handbetätigten Meßvorrichtung, welches mit dem Sensor über einen Ansatz verbunden ist, ist vorzugsweise zumindest der Großteil der Meßelektronik integriert (s. DE 101 63 760).

Am Gehäuse der handbetätigten Meßvorrichtung kann eine Schnittstelle angebracht sein, mit deren Hilfe Daten, die beispielsweise in der Meßelektronik der Meßvorrichtung gespeichert sind, ausgelesen werden können (Datenlogger-Funktion) und auch Daten von außerhalb, beispielsweise eines PC, in die Meßvorrichtung eingelesen werden können.

Unabhängig davon, ob temporär oder stationär die mindestens eine Zustandseigenschaft des Öls bzw. Fettes gemessen wird, ist bevorzugtermaßen eine Einführöffnung am Filtergehäuse vorgesehen, durch welche der Sensor temporär oder stationär in den Meßraum einbringbar ist. Diese Einführöffnung ist gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung in dem das Filtergehäuse abdeckenden Filterdeckel ausgebildet. In einer Alternative ist die gesamte, durch den Filterdeckel zu verschließende Einführöffnung zum Einführen des Sensors geeignet. In beiden Fällen kann der entsprechende Verschluß der Einführöffnung vorteilhafterweise schnell abgenommen werden (nach Sicherstellen, daß keine Zufuhr des Öls oder Fetts zum Filtergehäuse erfolgt), um den Sensor in den Meßraum im Filtergehäuse einzuführen.

Bei der Verwendung eines Filterelements mit – vorzugsweise zentralem – Hohlraum kann der Sensor vorteilhafterweise in einen Meßraum in diesen zentralen Hohlraum eingeführt werden, vorzugsweise durch eine Einführöffnung auf der Oberseite des Filtergehäuses. Das Filtergehäuse ist hierbei vorzugsweise im wesentlichen aufrecht aufgestellt. Bei dieser vorteilhaften Ausgestaltung ist auf der Oberseite des Filtergehäuses genügend Raum zum Gebrauch der Meßvorrichtung vorhanden, wenn außerdem der Einlaß und der Auslaß auf der Unterseite oder an einer Seitenwand des Gehäuses angeordnet sind. In einer diesbezüglichen vorteilhaften Ausgestaltung wird ein hohlzylindrisches Filterelement verwendet, das besonders bevorzugt aus reiner Zellulose zur Bindung von Wasser aus dem Öl ausgebildet ist. Ein derartiges Feinstfilterelement kann nominal Partikel in der Größe von 1 µm herausfiltern.



Eine besonders einfache Handhabung der Filtriereinrichtung im Zusammenspiel mit der Meßvorrichtung ergibt sich, wenn die Einführöffnung mit dem Meßraum im wesentlichen fluchtet.

5

Vorteilhafterweise befindet sich der Meßraum auf Höhe der unteren Hälfte des Filterelements, um ein sicheres Eintauchen des Sensors in das Öl bzw. Fett zu gewährleisten. Weiterhin ist es aus demselben Grund vorteilhaft, wenn der mindestens eine Sensor im Bereich der unteren Kante des Filterelements platziert werden kann.

10

Der Meßraum im Filtergehäuse ist vorteilhafterweise in der Nähe des Einlasses oder des Auslasses vorgesehen. In dem ersten Fall läuft das Öl zuerst an dem Sensor vorbei und dann durch den Filter, im zweiten Fall andersherum. Da das Öl insbesondere bei laufendem Motor bzw. Turbine in kurzer Zeit mehrfach durch das Filterelement gefördert wird, ist die Ölqualität bei beiden Ausgestaltungen im wesentlichen gleich, so daß sich auch die Meßergebnisse in den beiden genannten Fällen nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Auch hier ergibt sich der Vorteil, daß tatsächlich das im Ölkreislauf befindliche Öl vermessen wird und nicht das Öl in der Ölwanne.

15

20

Bevorzugtermaßen kann die Meßvorrichtung zum temporären Messen am Rand der Einführöffnung des Filtergehäuses abgestützt werden, so daß noch eine vom Benutzer zu ergreifende Einheit der Meßvorrichtung aus dem Filtergehäuse herausragt. Eine derartige Ausbildung erfordert dann lediglich das Öffnen der Einführöffnung und das Einführen und Abstützen der Meßvorrichtung, so daß der Sensor mit dem Öl in dem Filtergehäuse in Berührung kommt.

25

30

Besonders bevorzugt ist die Einführöffnung durch eine Schraubeinheit, insbesondere eine Schraube, verschließbar, die beispielsweise im Filterdeckel angeordnet ist. Zum temporären Messen muß dann lediglich diese Schraube

entfernt werden, um den Sensor in das Filtergehäuse einzuführen. Eine breite Anzeige- und Griffereinheit mit einem Gehäuse oder ein anderer entsprechend breit ausgebildeter Abschnitt am Handmeßgerät kann sich hierbei am äußeren Rand der Einführöffnung abstützen, während der Sensor in das  
 5 Öl bzw. Fett eintaucht.

Bei der Variante der stationär messenden Meßvorrichtung ist ein erster Halteabschnitt an der Filtriereinrichtung zur direkten oder indirekten Kopplung mit einem zweiten Halteabschnitt der Meßvorrichtung vorgesehen. Es bietet  
 10 sich hierbei an, den ersten Halteabschnitt und den zweiten Halteabschnitt kraftschlüssig zu koppeln. Der erste Halteabschnitt ist hierbei gemäß einer bevorzugten Ausführungsform an der vorerwähnten Einführöffnung ausgebildet und umfaßt beispielsweise ein Innengewinde. Dementsprechend kann die Meßvorrichtung ein korrespondierendes Außengewinde aufweisen, um  
 15 diese (ohne die Meßelektronik) in der Einführöffnung einzuschrauben und sie abzuschließen. Es werden dann lediglich Leitungen nach außen zur Meßelektronik der Meßvorrichtung geführt.

Alternativ ist die Einführöffnung mit einem separaten Verschuß verschließbar, wobei die genannten Leitungen vorteilhafterweise durch den Verschuß aus dem Filtergehäuse geführt sind.  
 20

Die Meßvorrichtung kann auch über ein oder mehrere Zwischenstücke mittelbar bzw. indirekt mit dem Filtergehäuse gekoppelt sein. Beispielsweise  
 25 kann ein separater Verschuß der Einführöffnung als Zwischenstück fungieren, wobei der Sensor an der Unterseite des separaten Verschlusses angeordnet sein kann.

Der mindestens eine Einlaß und/oder der mindestens eine Auslaß sind vorzugsweise an der Unterseite des Filtergehäuses angeordnet. Das Öl bzw. Fett läuft hierbei vorzugsweise zunächst senkrecht von unten nach oben durch das Filtergehäuse, um dann nach Richtungsumkehr das Filtergehäuse  
 30

durch den Auslaß wieder zu verlassen. Auf dem Weg nach oben und/oder nach unten durchläuft das Öl bzw. Fett das Filterelement.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfaßt eine Filtriereinrichtung und/oder eine Meßvorrichtung der jeweils zuvor beschriebenen Art. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführung ist diese Vorrichtung als Kraftfahrzeug ausgebildet, wobei die entsprechenden Motor-, Hydraulik-, Getriebe- und/oder Turbinenteile über einen Ölkreislauf versorgt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren kann dann mit Hilfe der erfindungsgemäßen Filtriereinrichtung durchgeführt werden, entweder – im Falle eines motorbetriebenen Kraftfahrzeugs – mit Hilfe eines nur bei stehendem Kfz bei vorzugsweise laufendem Motor einzusetzenden Handmeßgeräts oder einem stationär im Filtergehäuse verbleibenden Meßgeräts bei stehendem (mit vorzugsweise laufendem Motor) oder fahrendem Kfz.

Besonders bevorzugt wird der Fahrer mit Hilfe eines Kommunikationsmittels über die Meßwerte (in roher oder ausgewerteter Form) informiert. Der Fahrer muß hier nicht eingreifend tätig werden, um die Informationen zu erhalten. Die hierfür vorgesehene Anzeigeeinrichtung kann auf akustischer und/oder optischer Basis die Informationen anzeigen. Die Meßelektronik der Meßvorrichtung, die zur Aufbereitung und ggf. Auswertung der Meßwerte dient, ist hierbei beispielsweise über Funk oder ein Feldbussystem mit der Anzeigeeinrichtung verbunden.

Im Falle einer optischen Wiedergabe ist es vorteilhaft, wenn die Informationen im Sichtfeld des Fahrers, z. B. auf dem Armaturenbrett oder der Windschutzscheibe, angezeigt werden. Der Fahrer kann somit im Falle der stationären Meßvorrichtung während der Fahrt über den Ölzustand und andere Ölparameter informiert und insbesondere über kritische Werte alarmiert werden.

Gemäß einer entsprechenden Weiterbildung der Erfindung können verschieden farbige Signalgeber eingesetzt werden, um den Zustand des Öls bzw. Fetts anzuzeigen. Bei grün leuchtendem Signalgeber wird dem Fahrer signalisiert, daß das Öl einen unkritischen Zustand aufweist. Durch ein gelbes  
 5 bzw. rotes Signal wird dem Fahrer mitgeteilt, daß der Öl- bzw. Fettzustand sich einer kritischen Phase nähert bzw. schon ein Alarmzustand erreicht ist.

In einer anderen Weiterbildung der Erfindung ist die erfindungsgemäße Vorrichtung als Friteuse für den Lebensmittelbereich ausgebildet, wobei das Fett  
 10 in der Friteuse mit Hilfe der Erfindung vermessen werden kann.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

15 Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

**Figur 1** eine erfindungsgemäße Filtriereinrichtung in geschnittener Seitenansicht;

20 **Figur 2** die Filtriereinrichtung mit eingesetztem Handmeßgerät;

**Figur 3** eine weitere Ausführungsform einer Filtriereinrichtung in geschnittener Seitenansicht mit permanent eingesetzter Meßvorrichtung, und  
 25

**Figur 4** ein Hydraulikschaltplan eines Ölkreislaufs mit einer Haupt- und Nebenstromfilterkombination.

30 In der Figur 1 ist in geschnittener Seitenansicht eine erfindungsgemäße Filtriereinrichtung 1 gezeigt, welche ein topfartiges Filtergehäuse 2 mit einem dieses oberseitig abschließenden Filterdeckel 3 aufweist. Die Filtriereinrich-

tung 1 ist hierbei im wesentlichen symmetrisch zu ihrer Längsachse ausgebildet und in aufrechter Position dargestellt. Unterhalb des Filtergehäuses 2 ist ein im Schnitt U-förmiges Verbindungsstück 4 über Schrauben 5 mit dem Filtergehäuse 2 verschraubt. An der Unterseite des Flansches 4 sind 5 Schrauben 6 zur Anbringung an ein Kfz-Blech o.ä. vorgehen.

In das Innere des Filtergehäuses 2 ist ein hohlzylinderförmiges, austauschbares Filterelement 7 eingesetzt, das vorzugsweise als axial gewickeltes Feinstfilterelement aus Zellulose mit einer äußeren strumpfartigen Umhüllung 10 ausgebildet ist. In den vom Filterelement 7 umschlossenen Meßraum 8 mündet ein als Durchgangsbohrung ausgebildeter Einlaß 9, der von einer Zuleitung 10 gespeist wird. Am anderen Ende der Zuleitung 10 ist ein in einer Seitenwand des Flansches 4 befestigter Absperrhahn 11 vorgesehen, mittels dem manuell die Ölzufuhr zur Filtriereinrichtung 1 unterbrochen werden 15 kann. Des weiteren ist unterhalb des Filterelements 7 ein Auslaß 15 für das gefilterte Öl vorgesehen, welches nach Durchlaufen des Filterelements 7 zunächst in eine Ringnut 16 fließt, bevor es vom nachkommenden Öl zum Auslaß 15 gedrängt wird (die Ableitung für das gefilterte Öl ist nicht dargestellt). Gemäß diesem Aufbau gelangt Öl von unten im wesentlichen zentral 20 in den Meßraum 8 und wird an der Innenwandung des Filterdeckels 3 nach außen umgelenkt, um dann von oben durch das Filterelement 7 zu laufen und anschließend das Filtergehäuse 2 zu verlassen (s. Pfeile).

Zentral im Filterdeckel 3 ist eine mit dem Meßraum 8 fluchtende Einführöffnung 20 mit einem Innengewinde vorgesehen, in welche gemäß der Figur 1 25 eine Sechskantschraube 21 mit einem Dichtring 22 eingeschraubt ist. Die Schraube 21 ist gemäß der Figur 2 herausgeschraubt; stattdessen ist eine als Handgerät ausgebildete Meßvorrichtung 30 in die Einführöffnung 20 eingeführt. Die Meßvorrichtung 30 in dem gezeigten Ausführungsbeispiel kann 30 entsprechend der DE 100 15 516 A1 und/oder DE 101 63 760 A1 ausgebildet sein, d.h. sie umfaßt ein Gehäuse 31 mit einer darin untergebrachten Meßelektronik 32. Das Gehäuse 31 ist über einen länglichen Ansatz 33 mit

- einem Meßkopf 34 verbunden, auf dem ein Sensor 35 angebracht ist. Der Sensor 35 ist im vorliegenden Fall als Kondensator aus feinen ineinander verzahnten Golddrähten ausgebildet (s. DE 101 63 760 A1). Auf dem Meßkopf 34 ist vorteilhafterweise zusätzlich ein Temperatursensor 36 in der Nähe
- 5 des Kondensators angeordnet. Die Sensoren 35, 36 sind über Leitungen 38, die in oder an dem Ansatz 33 verlaufen, mit der Meßelektronik 32 verbunden. Am Gehäuse 31 ist weiterhin eine Schnittstelle 39 angebracht, mit deren Hilfe in der Meßelektronik 32 gespeicherte Daten ausgelesen werden können und auch Daten von außerhalb, beispielsweise aus einem PC, in die Meßvor-
- 10 richtung 30 eingelesen werden können. Ebenso ist eine Tastatur 41 am Gehäuse 31 vorgesehen, mittels der z.B. Auswahl- oder Kalibrierbefehle eingegeben werden können, sowie die Meßvorrichtung 30 ein- und ausschaltbar ist.
- 15 Zum Messen der Dielektrizitätskonstante des Öls im Filtergehäuse 2 und ggf. dessen Temperatur wird zunächst der Absperrhahn 11 manuell in Schließstellung gedreht, anschließend die Sechskantschraube 21 aus der Einführöffnung 20 geschraubt und dann die Meßvorrichtung 30 derart in den Meßraum 8 eingeführt, daß der Meßkopf 34 in das Öl eintaucht. Der Ölstand ist
- 20 mit dem Bezugszeichen 99 gekennzeichnet. Auf einer Anzeigeeinrichtung 37 am Gehäuse 31, welches gleichzeitig zum Ergreifen durch einen Bediener ausgebildet ist, werden Informationen angezeigt, welche die gemessene Dielektrizitätskonstante und/oder eine daraus abgeleiteten Ölqualität sowie ggf. die Temperatur umfassen können. Alternativ oder zusätzlich wird mittels
- 25 Farbsignalgebern am Gehäuse 31 (beispielsweise mit den Farben grün, gelb und rot) ein guter, ein bald kritischer sowie ein kritischer Qualitätszustand des Öls angezeigt. Auch sind alternativ oder zusätzlich akustische Signale ausgebbar, z.B. ein Warnton bei kritischem Ölzustand.
- 30 Nach der Messung wird die Meßvorrichtung 30 wieder aus dem Filtergehäuse 2 herausgenommen, die Schraube 21 eingeschraubt und der Absperrhahn 11 aufgedreht.

Wird die zuvor beschriebene Filtriereinrichtung 1 in einem Ölkreislauf zur Schmierung eines Motors eingesetzt, kann die genannte Messung bei laufendem Motor durchgeführt werden. Der Absperrhahn 11 wird zweckmäßigerweise erst dann zuge dreht, wenn das Filtergehäuse 2 mit Öl gefüllt ist und vorzugsweise das zu vermessende Öl schon einige Male den Ölkreislauf durchlaufen hat. Bei geschlossenem Absperrhahn 11 durchläuft das weiter gepumpte Öl außerhalb der Filtriereinrichtung 1 über beispielsweise eine nicht dargestellte Überströmleitung oder Hauptstromleitung im Kreislauf um und gelangt somit zu den Schmierstellen.

Eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsform ist in geschnittener Seitenansicht in Figur 3 wiedergegeben. Gleiche Bezugszeichen in den Figuren 1 bis 3 kennzeichnen gleiche Bauteile. Bei der Ausführung gemäß der Figur 3 ist anstelle der Schraube 21 (s. Figuren 1 und 2) eine Meßvorrichtung 130 in die Einführöffnung 20 eingeschraubt. Das Innengewinde der Einführöffnung 20 dient hierbei als erster Halteabschnitt 27 und ein an der Meßvorrichtung 130 vorgesehenes korrespondierendes Außengewinde als zweiter Halteabschnitt 28. Die Meßvorrichtung 130 weist somit einen Verschlußabschnitt 121 zum dichtenden Verschließen der Einführöffnung 20 auf. Andere bekannte Befestigungsmöglichkeiten zum kraftschlüssigen Koppeln der Meßvorrichtung 130 mit dem Filtergehäuse 2 sind ebenfalls realisierbar, beispielsweise ein Rastverschluß.

Die Meßvorrichtung 130 kann prinzipiell ähnlich derjenigen gemäß der Figuren 1 und 2 ausgebildet sein. Der Meßkopf 134 ragt hierbei an einem Ansatz 133 in den Meßraum 8 im Filtergehäuse 2. Leitungen 138a, 138b verbinden hierbei die Sensoren 35 (Kondensator) und ggf. 36 (Temperaturfühler; nicht dargestellt) mit der Meßelektronik 132. Die Leitungen 138a verlaufen hierzu im Filtergehäuse 2 und enden an der Oberseite des Verschlußabschnitts 121 in Steckkontakten. Auf diese Steckkontakte ist ein Stecker 140 aufgesteckt, dessen Leitungen 138b zur Meßelektronik 132 geführt sind. Die Meßwerte

werden dort aufbereitet und ausgewertet und die entsprechenden Informationen zur Ölqualität und zur Temperatur beispielsweise am Armaturenbrett des Kfz wiedergegeben, auf dem Farbsignalgeber 137a mit verschiedenen Farben angeordnet sein können.

5

Der Meßkopf 134 mit den Sensoren 35, 36 verbleibt ständig im Filtriergehäuse 2 und kann auch während der Fahrt Informationen über Zustand und Temperatur des Motorenöls liefern.

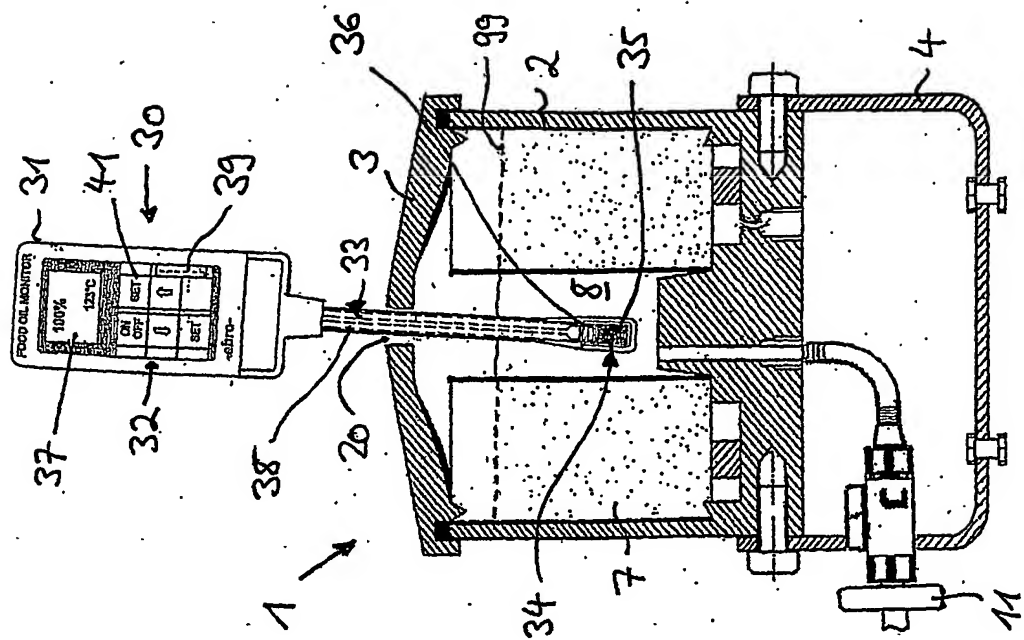
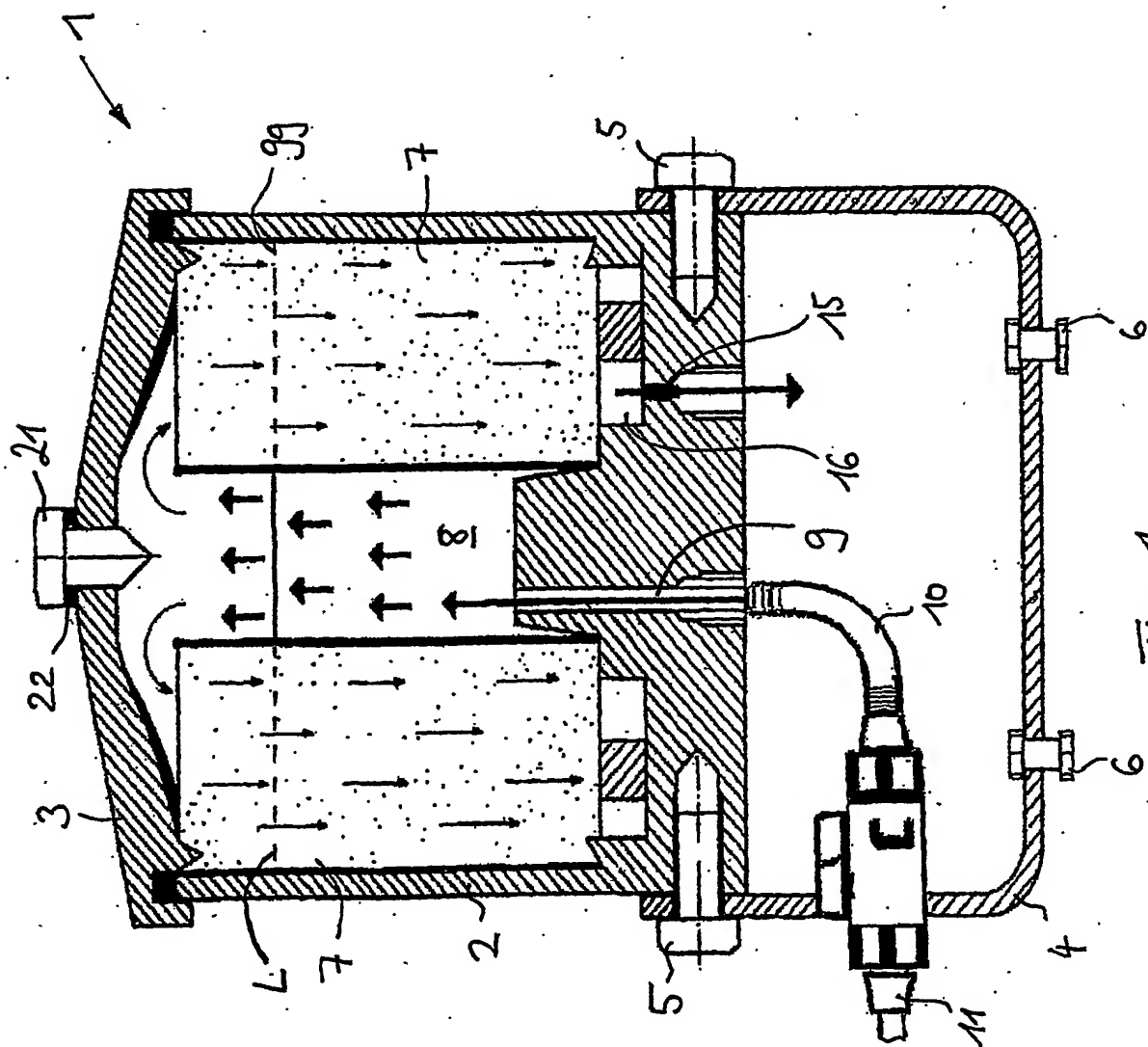
10 In Figur 3 ist zudem sehr schematisch angedeutet, daß eine weitere Meßvorrichtung 230 mit mindestens einem Sensor 235 in einen Meßraum 208 stationär eingeführt ist, wobei der Sensor 235 im Bereich des Auslasses 15 angeordnet ist. Es gelten hier im wesentlichen die gleichen Aussagen wie für die Meßvorrichtung 130. Die Meßvorrichtung 230 dient zur Messung des Zustandes des Öls am Auslaß, um die Ergebnisse mit Hilfe der Meßelektronik 15 132 – nach Übertragung der Meßwerte mittels Leitung 238b – mit denjenigen der Meßvorrichtung 130 am Einlaß 9 zu vergleichen. Diese Informationen sind insbesondere im Luftfahrtbereich gefragt.

20 In Figur 4 ist ein möglicher Einsatz der Meßvorrichtungen 30 und 130 wiedergegeben. In einem Ölkreislauf mit Schmierstellen 56 ist eine Ölwanne 50 vorgesehen, aus der mittels einer Ölpumpe 51 Öl über einen Ölkühler 53 zu einer Hauptstrom-Filtriereinrichtung 54 und anschließend zu den Schmierstellen 56 gefördert wird. Gegen einen zu hohen Öldruck ist ein Überdruckventil 52 vorgesehen. Bei verstopfter Hauptstrom-Filtriereinrichtung 54 25 gewährleistet zudem ein Überströmventil, daß Öl trotzdem zu den Schmierstellen 56 gelangen kann. In einem Nebenstromölkreislauf ist eine Nebenstrom-Filtriereinrichtung 1 bzw. 101 vorgesehen, der eine Drossel 57 vorgeschaltet ist. Die Nebenstrom-Filtriereinrichtung 1 bzw. 101 sorgt für eine äußerst intensive Reinigung des Öls. Es wird dadurch gewährleistet, daß die Ölqualität 30 über lange Zeiten sehr gut bleibt und zudem mit Hilfe der Meßvorrichtung 1 bzw. 101 genau bestimmt werden kann, wann tatsächlich ein Ölwechsel nö-



tig wird. Es braucht dann nicht mehr auf beispielsweise zurückgelegte Kilometer zurückgegriffen werden, nach denen – oft zu früh oder auch zu spät – ein Ölwechsel standardmäßig durchgeführt wird.

- 5 Die Erfindung wurde anhand des Einsatzes in einem Kfz (Personen- oder Lastwagen, Flugzeug, Schiff) erläutert. Bei der Messung von Fetten, insbesondere im Lebensmittelbereich, gilt entsprechendes.



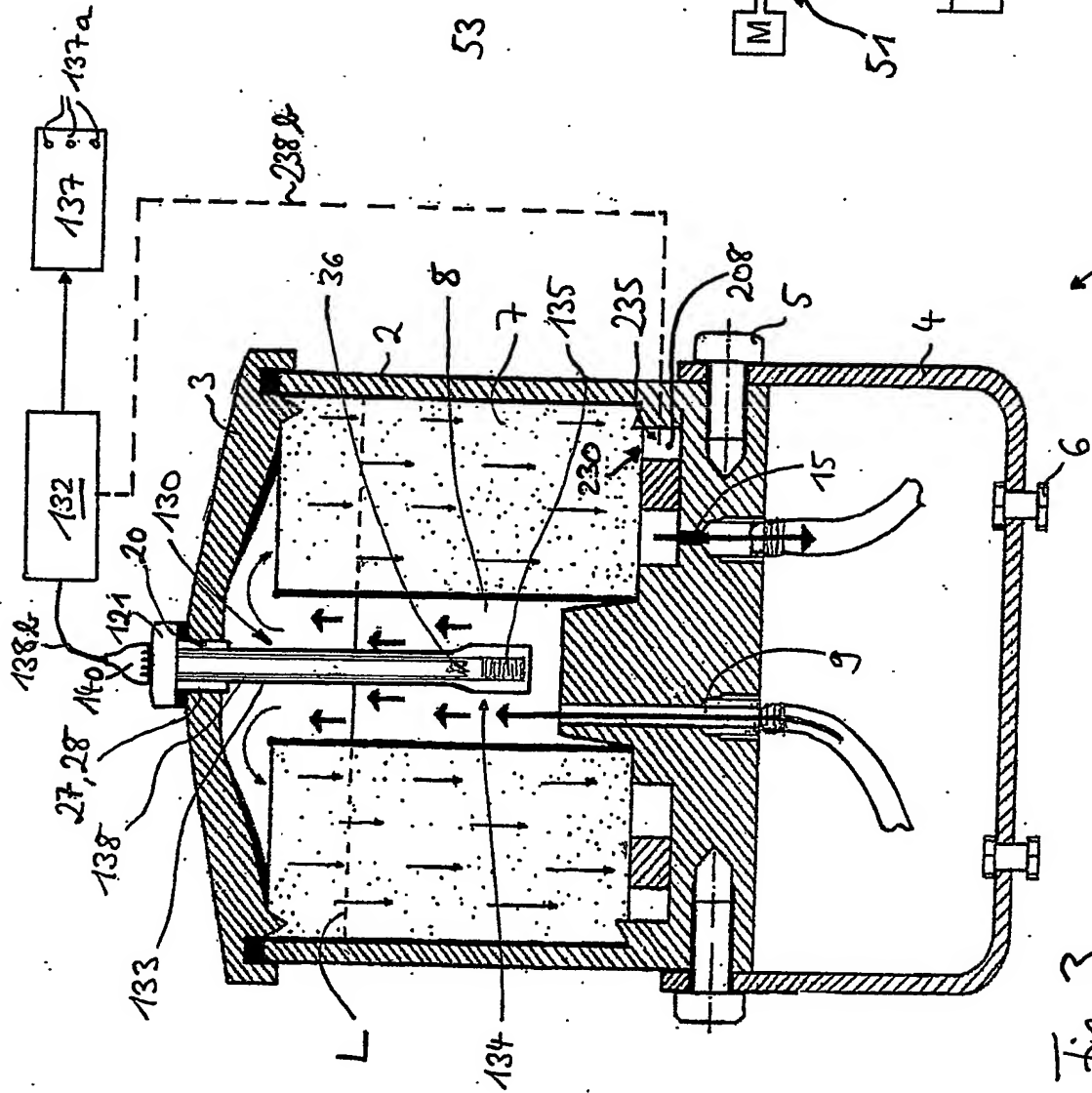


Fig. 3

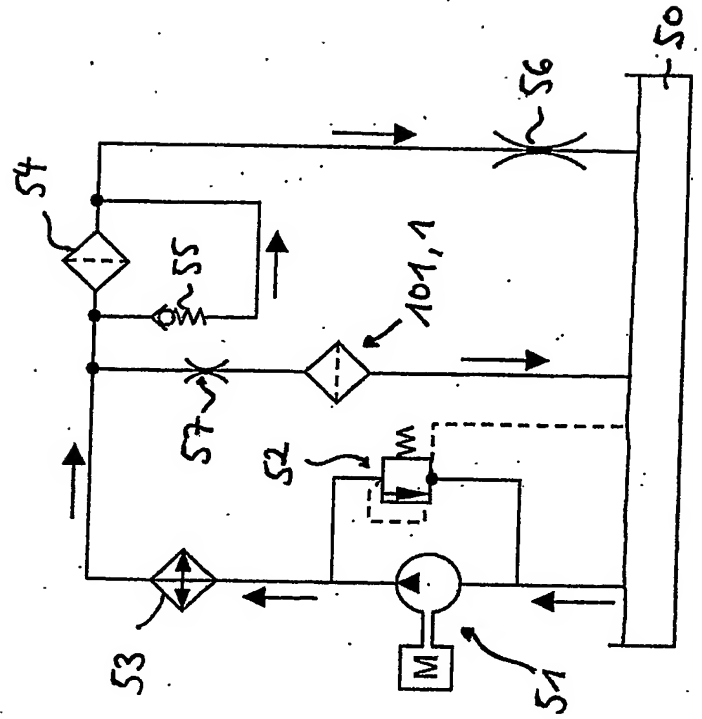


Fig. 4